

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-130397
 (43)Date of publication of application : 18.05.1999

(51)Int.CI.

B66F 9/24
 B60G 17/005
 B66F 9/22

(21)Application number : 09-300725
 (22)Date of filing : 31.10.1997

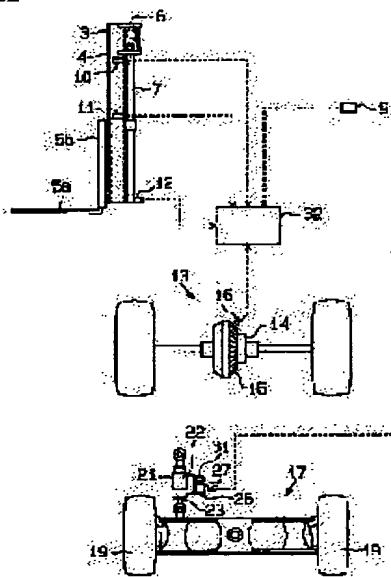
(71)Applicant : TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD
 (72)Inventor : ISHIKAWA KAZUO

(54) METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING AXLE SWING FOR INDUSTRIAL VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To secure traveling performance as much as possible while stability is not reduced and surely prevent a reduction in stability by properly regulating the swinging of an axle according to stability in the lateral direction of a vehicle during turning in a loaded state.

SOLUTION: A rear wheel axle 17 is supported on a car body so as to be swung within a roll surface, the swinging of the rear wheel axle 17 against the vehicle body is regulated, and based on a yaw rate changing rate determining value set for a yaw rate at the time of turning, the swinging of the rear wheel axle 17 during turning is temporarily regulated. In a low stable state where the stability of a vehicle in the lateral direction of the vehicle during turning in a loaded state is mutually low, the swinging of the rear wheel axle 17 is regulated based on a yaw rate changing rate determining value set to a value lower than that of a state where stability is in a high stable state higher than the low stability state.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.11.1999
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number] 3129259
 [Date of registration] 17.11.2000
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(51) Int.Cl.⁶
 B 6 6 F 9/24
 B 6 0 G 17/005
 B 6 6 F 9/22

識別記号

F I
 B 6 6 F 9/24
 B 6 0 G 17/005
 B 6 6 F 9/22

Z
 Z

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L (全14頁)

(21)出願番号 特願平9-300725

(22)出願日 平成9年(1997)10月31日

(71)出願人 000003218
 株式会社豊田自動織機製作所
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

(72)発明者 石川 和男
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
 社豊田自動織機製作所内

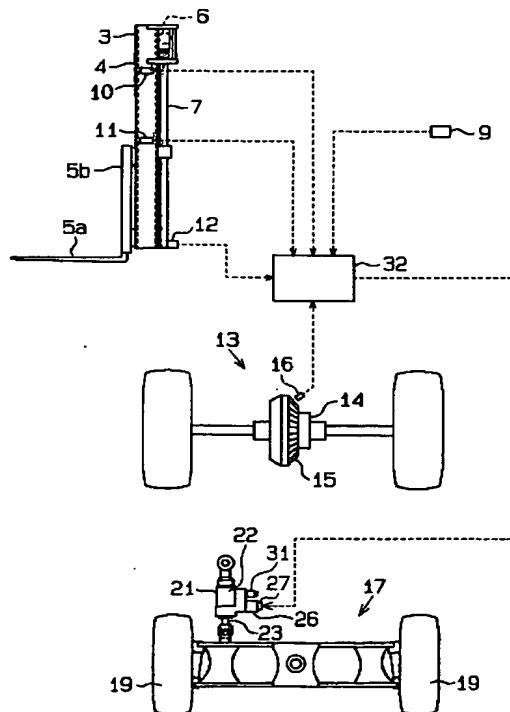
(74)代理人 弁理士 恩田 博宣

(54)【発明の名称】 産業車両における車軸揺動制御方法及び車軸揺動制御装置

(57)【要約】

【課題】 積載状態に対する旋回時の車両の左右方向の安定性に応じて車軸の揺動を適正に規制して安定性が低下していない状態での走行性をできるだけ確保するとともに安定性の低下を確実に防止する。

【解決手段】 車体2に対して後輪アクスル17をロール面内で揺動可能に支持するとともに車体2に対する後輪アクスル17の揺動を規制可能とし、旋回時のヨーレート変化率に対して設定されたヨーレート変化率判定値に基づいて旋回中における後輪アクスル17の揺動を一時的に規制する。積み荷の積載状態に対する旋回時における車両の左右方向の安定性が相対的に低い低安定状態であるときには、同安定性が前記低安定状態よりも高い高安定状態であるときよりも低い値に設定されたヨーレート変化率判定値に基づいて後輪アクスル17の揺動を規制する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車体に対して車軸をロール面内で揺動可能に支持するとともに、前記車体に対する前記車軸の揺動を規制可能とし、旋回時のヨーレート変化率に対して設定されたヨーレート変化率判定値に基づき旋回中における前記車軸の揺動を一時的に規制する産業車両における車軸揺動制御方法において、運搬物の積載状態に対する車両旋回時における車両の左右方向の安定性が相対的に低い低安定状態であるときには、同安定性が前記低安定状態よりも高い高安定状態であるときよりも低い値に設定されたヨーレート変化率判定値に基づいて前記車軸の揺動を規制する産業車両における車軸揺動制御方法。

【請求項2】 前記高安定状態に対応する積載状態は、前記運搬物の荷重が所定の荷重判定値以下であり、かつ、揚高位置が所定の揚高位置判定値以下であることであり、前記低安定状態に対応する積載状態は、前記運搬物の荷重が前記荷重判定値を越えるか、あるいは、揚高位置が前記揚高判定値を越えることである請求項1に記載の産業車両における車軸揺動制御方法。

【請求項3】 車体に対して車軸をロール面内で揺動可能に支持するとともに、前記車体に対する前記車軸の揺動を規制可能とし、旋回時のヨーレート変化率に対して設定されたヨーレート変化率判定値に基づき旋回中における前記車軸の揺動を一時的に規制する産業車両における車軸揺動制御装置において、運搬物の積載状態に対する車両旋回時における車両の左右方向の安定性が相対的に低い低安定状態であるときには、同安定性が前記低安定状態よりも高い高安定状態であるときよりも低い値に設定されたヨーレート変化率判定値に基づいて前記車軸の揺動を規制する産業車両における車軸揺動制御装置。

【請求項4】 車体に対してロール内で揺動可能に支持された車軸の揺動を規制する揺動規制手段と、車両旋回時におけるヨーレート変化率を検出するヨーレート変化率検出手段と、前記ヨーレート変化率に対して設定されたヨーレート変化率判定値に基づき前記揺動規制手段を制御して車両旋回時における前記車軸の揺動を規制する揺動規制制御手段とを備えた産業車両における車軸揺動制御装置において、運搬物の積載状態を検出する積載状態検出手段と、前記積載状態に対する車両旋回時における車両の左右方向の安定性が相対的に低い低安定状態であるか、あるいは、前記低安定状態よりも高い高安定状態であるかを判定する安定状態判定手段とを備え、前記揺動規制制御手段は、前記安定性が前記低安定状態であるときには、前記ヨーレート変化率を相対的に低い値に設定された低安定時ヨーレート変化率判定値に基づいて判定し、前記安定性が前記高安定状態であるときに

は、前記ヨーレート変化率を前記低安定時ヨーレート変化率判定値よりも高い値に設定された高安定時ヨーレート変化率判定値に基づいて判定する産業車両における車軸揺動制御装置。

【請求項5】 前記積載状態検出手段は、運搬物の揚高位置を検出する揚高位置検出手段、あるいは、運搬物の荷重を検出する荷重検出手段の少なくともいずれか一方である請求項4に記載の産業車両における車軸揺動制御装置。

10 【請求項6】 前記揺動規制制御手段及び安定状態判定手段は、コンピュータにて構成された請求項4又は請求項5に記載の産業車両における車軸揺動制御装置。

【請求項7】 前記ヨーレート変化率検出手段は、ヨーレートセンサである請求項4～請求項6のいずれか一項に記載の産業車両における車軸揺動制御装置。

【請求項8】 請求項3～請求項7のいずれか一項に記載の産業車両における車軸揺動制御装置を備え、同制御装置にて後輪車軸の揺動を規制するフォークリフト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フォークリフト等の産業車両において車体に対してロール方向に揺動可能に支持された車軸の揺動を旋回時に一時的に規制する車軸揺動制御方法及び車軸揺動制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、例えば、産業車両であるフォークリフトには、車体に対して後輪アクスルをロール方向に揺動可能に連結支持することにより走行面への駆動輪の

30 追従性を向上させ、走行性の向上を図った車軸揺動構造が採用されている。このような車軸揺動構造を備えた車両では、高荷重、高揚高、高車速等での旋回時に、後輪アクスルの揺動により車体が不必要に左右方向に傾動する場合がある。その結果、車両の重心が車両の左右方向の外側に移動して左右方向の安定性が低下する場合がある。そこで、車軸揺動構造を備えた車両には、車両の左右方向の安定性が低下するような旋回状態を検出し、そのような旋回状態での後輪アクスルの揺動を一時的に規制する車軸揺動制御装置が搭載されている。

40 【0003】 そのような車軸揺動制御装置として、車両旋回時に車両に加わる横加速度と、ヨーレート変化率とから車両の左右方向の安定性が低下する旋回状態を検出して旋回中における後輪アクスルの揺動を規制するようにしたものが提案されている。

【0004】 この車軸揺動制御装置の制御内容を図10を用いて説明する。図10は、車速が一定である車両が直進状態から定常旋回状態となった後に再び直進状態に戻ったときのヨーレート ω の変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ 及び横加速度 g の変化を摸式的に示すグラフである。

【0005】 図10に示すように、車両が直進状態から

定常旋回状態に移行する段階では、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が上昇し、それとともに車両に加わる横加速度 g が上昇する。ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が0でない段階は、旋回半径が小さくなっていく状態であって、車両に対して加わる横加速度 g が上昇して車体の傾動量が大きくなっていく段階である。従って、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ に対してそのピーク値までの間に設定したヨーレート変化率判定値 YD に基づいて後輪アクスルの揺動を規制することにより、車体の傾動量ができるだけ小さい状態で固定されたままで車両が直進状態から定常旋回状態に移行するようにしている。

【0006】一旦上昇したヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ がピーク値を過ぎて下降に転じると横加速度 g の上昇が減速する。車両が定常旋回状態になると、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が0となり横加速度 g が一定となる。横加速度 g が大きい段階は、後輪アクスルの揺動を許容すると車体が傾動して左右方向の安定性が低下する可能性がある状態である。従って、下降するヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ がヨーレート変化率判定値 YD に達するまでの間ににおいて上昇する横加速度 g に対して設定した横加速度判定値 GA に基づいて後輪アクスルの揺動を規制することにより、直進状態から定常旋回状態への移行時にヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ に基づいて後輪アクスルの揺動が規制された車両を、後輪アクスルの揺動を規制したままで定常旋回させるようにしている。

【0007】尚、車両が定常旋回状態から再び直進状態に移行するときには、横加速度 g が低下して横加速度判定値 GA を下回った状態となるとともに再びヨーレート変化率判定値を越えてピーク値まで上昇したヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ がヨーレート変化率判定値 YD を下回ったとき、即ち、揺動が規制されていた後輪アクスルの揺動を許容しても車体の傾動による左右方向の安定性の低下が問題とならなくなつた状態で後輪アクスルの揺動規制を解除するようにしている。

【0008】ところで、旋回時における車体の傾動速度及び最大傾動量は、車速及び定常旋回半径により決定されるヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ 及び横加速度 g だけでなく、車両の重心によっても変化する。つまり、重心を決定する積み荷の荷重や揚高位置に応じて同じ車速及び旋回半径であっても車体の傾動速度及び最大傾動量が変化する。重心が相対的に高い状態では、旋回移行時に車体の傾動速度が相対的に速くなるとともに同じ横加速度 g に対する最大傾動量が相対的に大きくなる。反対に、重心が相対的に低い状態では、旋回移行時に車体の傾動速度が相対的に遅くなるとともに同じ横加速度 g に対する最大傾動量が相対的に小さくなる。従って、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が前記ヨーレート変化率判定値 YD に達した時点での車体の傾動量が車両の重心に応じて変化するため、旋回時における車両の左右方向の安定性も重心に応じて変化することになる。

【0009】そこで、上記車輪揺動制御装置では、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ に対するヨーレート変化率判定値 YD を以下のように設定している。即ち、重心が低くなる低荷重及び低揚高での旋回時には、車体の傾動量が相対的に小さい段階では後輪アクスルの揺動が規制されないようにして後輪アクスルの揺動による走行性をできるだけ確保するようにする。一方、高荷重及び高揚高での旋回時には、車体の傾動量が相対的に小さい段階で後輪アクスルの揺動が規制されるようにして車体の傾動量が小さいままで固定し旋回中の左右方向の安定性を十分に確保するようにする。この2つの条件は、相反するものであるため、ヨーレート変化率判定値 YD は、高荷重及び高揚高時での旋回時に左右方向の安定性を確実に確保することができるよう、低荷重及び低揚高時での旋回時に後輪アクスルの揺動による走行性を十分に確保することができる値よりも低めに設定されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、直進状態から定常旋回状態に移行するときのヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ の変化状態は、その時の車速に対する旋回半径を決定する操舵速度に応じて変化する。そして、高荷重及び高揚高時には、ハンドル操作が必要以上に慎重に行われることが多いため、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ のピーク値が低荷重及び低揚高時におけるピーク値よりも低くなり高めに設定されているヨーレート変化率判定値 YD を下回ることがあった。

【0011】その結果、高荷重及び高揚高時での定常旋回移行時に、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ に基づいて後輪アクスルの揺動が規制されず、横加速度 g が横加速度判定値まで上昇し車体の傾動量がある程度大きくなつてから横加速度 g に基づいて後輪アクスルの揺動が規制されることがあった。従って、このような場合には、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ に基づいて車体の傾動量が十分に小さい時点で後輪アクスルの揺動を規制することができないため、旋回時における左右方向の安定性の低下を十分に防止することができなかつた。

【0012】本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであつて、その目的は、旋回時のヨーレート変化率に基づき旋回中において車輪の揺動を一時的に規制する産業車両における車輪揺動制御方法及び車輪揺動制御装置において、運搬物の積載状態に対する旋回時における車両の左右方向の安定性に応じて車輪の揺動を適正に規制して、安定性が低下していない状態で車輪の揺動が不要に規制されないようにして車輪の揺動による走行性をできるだけ確保することができるとともに安定性の低下を確実に防止することができる産業車両における車輪揺動制御方法及び車輪揺動制御装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するた

め、請求項1に記載の発明は、車体に対して車軸をロール面内で揺動可能に支持するとともに、前記車体に対する前記車軸の揺動を規制可能とし、旋回時のヨーレート変化率に対して設定されたヨーレート変化率判定値に基づき旋回中における前記車軸の揺動を一時的に規制する産業車両における車軸揺動制御方法において、運搬物の積載状態に対する車両旋回時における車両の左右方向の安定性が相対的に低い低安定状態であるときには、同安定性が前記低安定状態よりも高い高安定状態であるときよりも低い値に設定されたヨーレート変化率判定値に基づいて前記車軸の揺動を規制する。

【0014】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記高安定状態に対応する積載状態は、前記運搬物の荷重が所定の荷重判定値以下であり、かつ、揚高位置が所定の揚高位置判定値以下であることであり、前記低安定状態に対応する積載状態は、前記運搬物の荷重が前記荷重判定値を越えるか、あるいは、揚高位置が前記揚高判定値を越えることである。

【0015】請求項3に記載の発明は、車体に対して車軸をロール面内で揺動可能に支持するとともに、前記車体に対する前記車軸の揺動を規制可能とし、旋回時のヨーレート変化率に対して設定されたヨーレート変化率判定値に基づいて旋回中における前記車軸の揺動を一時的に規制する産業車両における車軸揺動制御装置において、運搬物の積載状態に対する車両旋回時における車両の左右方向の安定性が相対的に低い低安定状態であるときには、同安定性が前記低安定状態よりも高い高安定状態であるときよりも低い値に設定されたヨーレート変化率判定値に基づいて前記車軸の揺動を規制する。

【0016】請求項4に記載の発明は、車体に対してロール面内で揺動可能に支持された車軸の揺動を規制する揺動規制手段と、車両旋回時におけるヨーレート変化率を検出するヨーレート変化率検出手段と、前記ヨーレート変化率に対して設定されたヨーレート変化率判定値に基づき前記揺動規制手段を制御して車両旋回時における前記車軸の揺動を規制する揺動規制制御手段とを備えた産業車両における車軸揺動制御装置において、運搬物の積載状態を検出する積載状態検出手段と、前記積載状態に対する車両旋回時における車両の左右方向の安定性が相対的に低い低安定状態であるか、あるいは、前記低安定状態よりも高い高安定状態であるかを判定する安定状態判定手段とを備え、前記揺動規制制御手段は、前記安定性が前記低安定状態であるときには、前記ヨーレート変化率を相対的に低い値に設定された低安定時ヨーレート変化率判定値に基づいて判定し、前記安定性が前記高安定状態であるときには、前記ヨーレート変化率を前記低安定時ヨーレート変化率判定値よりも高い値に設定された高安定時ヨーレート変化率判定値に基づいて判定する。

【0017】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載

の発明において、前記積載状態検出手段は、運搬物の揚高位置を検出する揚高位置検出手段、あるいは、運搬物の荷重を検出する荷重検出手段の少なくともいずれか一方である。

【0018】請求項6に記載の発明は、請求項4又は請求項5に記載の発明の作用に加えて、前記揺動規制制御手段及び安定状態判定手段は、コンピュータにて構成された。

【0019】請求項7に記載の発明は、請求項4～請求項6のいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、前記ヨーレート変化率検出手段は、ヨーレートセンサである。請求項8に記載の発明は、フォークリフトには、請求項3～請求項7のいずれか一項に記載の産業車両における車軸揺動制御装置を備え、同制御装置にて後輪車軸の揺動を規制するようにした。

【0020】(作用) 請求項1及び請求項3に記載の発明によれば、車両の旋回時には、運搬物の積載状態に基づく車両の左右方向の安定性が相対的に低い低安定状態であるときには、同安定性が前記低安定状態よりも高い高安定状態であるときよりも相対的に早い時点で車軸の揺動が規制され、反対に高安定状態であるときには相対的に遅い時点で車軸の揺動が規制される。

【0021】従って、車両が高安定状態であって旋回に伴う車体の傾動速度が相対的に小さいときには、車体の傾動により左右方向の安定性が低下しない範囲で車軸の揺動が許容され、車両が低安定状態であって旋回に伴う車体の傾動速度が相対的に大きいときには、車体の傾動により左右方向の安定性が低下する前に車軸の揺動が規制される。

【0022】又、低安定状態での旋回時においてハンドルが高安定状態のときよりも相対的に遅い回転速度で操舵されヨーレート変化率のピーク値が高安定状態での旋回時におけるヨーレート変化率のピーク値よりも小さくなつた場合であつても、高安定状態での旋回時において左右方向の安定性が低下しない領域における車軸の揺動規制を招くことなくヨーレート変化率に基づいて車軸の揺動が規制される。

【0023】請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明の作用に加えて、車両の旋回時における左右方向の安定性が、運搬物の荷重及び揚高位置に基づいて判定される。

【0024】請求項4に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明の作用に加えて、運搬物の積載状態が積載状態検出手段にて検出され、この積載状態に基づく旋回時における車両の左右方向の安定性が、相対的に高い高安定状態であるかあるいは高安定状態よりも低い低安定状態であるかが安定状態判定手段にて判定される。この判定結果に基づき揺動規制制御手段にて揺動規制手段が制御され車軸の揺動が規制される。

【0025】請求項5に記載の発明によれば、請求項4

に記載の発明の作用に加えて、車両の旋回時における左右方向の安定性に対応する運搬物の積載状態が、運搬物の荷重を検出する荷重検出手段、あるいは、運搬物の揚高位置を検出する揚高検出手段にて検出される。

【0026】請求項6に記載の発明によれば、請求項4又は請求項5に記載の発明の作用に加えて、揺動規制御手段及び安定状態判定手段が、コンピュータプログラムにて形成される。

【0027】請求項7に記載の発明によれば、請求項4～請求項6のいずれか一項に記載の発明の作用に加えて、ヨーレートセンサにてヨーレートが直接検出される。従って、車速及び旋回半径から算出する必要がない。

【0028】請求項8に記載の発明によれば、フォークリフトの後輪車軸の揺動が、請求項3～請求項7のいずれか一項に記載の発明の作用をなす車軸揺動制御装置にて規制される。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した一実施の形態を図1～図9に従って説明する。図2は、産業車両としてのフォークリフト1を示す側面図である。このフォークリフト1は、前輪駆動及び後輪操舵の四輪車である。フォークリフト1の車体2の前部にはアウタマスト3が前後方向に傾動可能にその下端が支持され、アウタマスト3にはインナマスト4が昇降可能に支持されている。インナマスト4にはフォーク5aを支持したリフトブラケット5bが昇降可能に支持され、リフトブラケット5bはインナマスト4の上部に設けられたスプロケットホイール6に掛装される図示しないチェーンにてアウタマスト3の上部に連結されている。

【0030】アウタマスト3の後側にはリフトシリンダ7が設けられ、その図示しないピストンロッドがインナマスト4の上部に連結されている。車体2の前部にはティルトシリンダ8が設けられ、そのピストンロッド8aがアウタマスト3に連結されている。

【0031】車体2の前部には、ヨーレートセンサ9が設けられている。このヨーレートセンサ9は、例えば、圧電振動ジャイロにて構成される。図1は、車軸揺動制御装置の模式構成図である。図1に示すように、アウタマスト3には、フォーク5の揚高範囲を検出するための第1及び第2揚高位置センサ10, 11がそれぞれ同揚高範囲の境界位置に設けられている。この揚高位置センサ10, 11は、例えば、リミットスイッチに構成される。又、リフトシリンダ8には、運搬物としての積み荷の荷重に対応したシリンダ8内の油圧を検出する荷重検出手段としての圧力センサ12が設けられている。この圧力センサ12は、例えば、歪みゲージ式圧力センサにて構成される。本実施の形態では、第1揚高位置センサ10、第2揚高位置センサ11にて揚高位置検出手段が構成されている。又、第1揚高位置センサ10、第2揚

高位置センサ11及び圧力センサ12にて積載状態検出手段が構成されている。

【0032】前輪アクスル13に設けられた図示しない差動装置には、デフケース14に固定されたリングギア15の回転速度を検出する車速センサ16が設けられている。この車速センサ16は、例えば、ホール素子等の磁気検出素子を備えた磁気センサにて構成される。

【0033】図3は、車軸としての後輪アクスル17と油圧回路を示す摸式背面図である。車体2の下部には後輪アクスル17を支持するための車軸支持部18が設けられている。両側に後輪19が操舵可能に支持された後輪アクスル17には揺動軸20が設けられている。そして、車軸支持部18に揺動軸20が回動可能に支持されることにより、車体2に対して後輪アクスル17がロール面内で揺動可能に連結されている。

【0034】車体2と後輪アクスル17との間には、車体2に対する後輪アクスル17の揺動を規制するための複動型の油圧シリング21が設けられている。油圧シリング21は、そのシリンダチューブ22が車体2にロール面内で回動可能にその端部が連結され、ピストンロッド23が後輪アクスル17にロール面内で揺動可能にその端部が連結されている。

【0035】油圧シリング21のピストンヘッド側の第1油室24とピストンロッド23側の第2油室25とは、同油圧シリング21に一体で設けられ、第1油室24と第2油室25とを連通又は遮断可能な電磁方向制御弁26を介して接続されている。

【0036】電磁方向制御弁26は4ポート2位置切換弁であって、a, b, c, dの各ポートを備えている。

電磁方向制御弁26は、電磁ソレノイド27にて図示しないスプールが連通位置に切り換えられるとaポートがcポートに連通されるとともにbポートがdポートに連通され、スプールが遮断位置に切り換えられると各ポート間の連通が遮断される。この電磁方向制御弁26はノーマルクローズ型であって、電磁ソレノイド27が励磁されていないときにはバネにてスプールが遮断位置に切り換え配置される。

【0037】前記第1油室24は流路28にてaポートに連通され、前記第2油室25は流路29にてbポートに連通されている。cポート及びdポートには、油圧シリング21に一体で設けられた蓄圧器30が流路31にて接続されている。本実施の形態では、油圧シリング21、電磁ソレノイド27及び蓄圧器30にて揺動規制手段が構成されている。

【0038】車体2には、車体2に対する後輪アクスル17の揺動を規制する制御を行う揺動制御ユニット32が搭載されている。次に、車軸揺動制御装置の電気的構成について説明する。

【0039】図4は、揺動制御ユニット32の電気的ブロック図である。図4に示すように、ヨーレートセンサ

9、第1揚高位置スイッチ10、第2揚高位置スイッチ11、圧力センサ12及び車速センサ16は、それぞれ揺動制御ユニット32の入力側に電気的に接続されている。又、揺動制御ユニット32の出力側には、油圧シリンダ21の電磁ソレノイド27が電気的に接続されている。

【0040】ヨーレートセンサ9は、車両の旋回時におけるヨーレート ω に対応するアナログのヨーレート信号 $S\omega$ を揺動制御ユニット32に出力する。第1揚高位置センサ10は、リフトブラケット5bがその全揚高範囲において相対的に低い揚高位置Hに設定された第1揚高位置HA未満の揚高位置Hにあるときにはオフとなり、第1揚高位置HA以上の揚高位置Hにあるときにはオンとなるオン・オフ信号S1を揺動制御ユニット32に出力する。第2揚高位置センサ11は、リフトブラケット5bが前記第1揚高位置HAよりも高い揚高位置Hに設定された第2揚高位置HB未満の揚高位置Hにあるときにはオフとなり、同第2揚高位置HB以上の揚高位置Hにあるときにはオンとなるオン・オフ信号S2を揺動制御ユニット32に出力する。圧力センサ12は、フォーク5aに積載された積み荷の荷重Wに対応するアナログの荷重信号SPを揺動制御ユニット32に出力する。車速センサ16は、車速vに対応するリングギア15の回転数に比例するパルス数のパルス車速信号PVを揺動制御ユニットに出力する。

【0041】揺動制御ユニット32は、マイクロコンピュータ33、A/D (Analog/Digital) 変換器34, 35及び励磁回路36を備えている。揺動規制制御手段及び安定状態判定手段としてのマイクロコンピュータ33は、CPU (Central Processing Unit) 37、ROM (Read Only Memory) 38、RAM (Random Access Memory) 39、入力インターフェース40及び出力インターフェース41等を備えている。本実施の形態では、ヨーレートセンサ9及びマイクロコンピュータ33にてヨーレート変化率検出手段が構成されている。

【0042】CPU37は、各揚高位置センサ10, 11からのオン・オフ信号S1, S2と、車速センサ16からの車速信号PVとを入力インターフェース40を介して入力する。又、CPU37は、A/D変換器34にてA/D変換されたヨーレートセンサ9からのデジタルのヨーレート信号D ω と、A/D変換器35にてA/D変換された圧力センサ12からのデジタルの圧力信号DPとを入力インターフェース40を介して入力する。

【0043】一方、CPU37は、出力インターフェース41を介して励磁回路36に制御信号を出力し、励磁回路36から電磁ソレノイド27に励磁電流IDを出力させる。

【0044】ROM38には、揺動制御ユニット32が油圧シリンダ21の伸縮動作を規制して後輪アクスル17の揺動を一時的に規制する揺動制御処理を実行するた

めの制御プログラムが記憶されている。この揺動制御処理は、車両の旋回時におけるヨーレート ω の変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ に基づき、旋回中における車体2に対する後輪アクスル17の揺動を一時的に規制する制御を行うためのものである。さらに、この揺動制御処理は、積み荷の積載状態に基づく旋回時における車両の左右方向の安定性が相対的に低い低安定状態であるときには、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ に対し、同安定性が同低安定状態よりも高い高安定状態であるときよりも低い値に設定されたヨーレート変化率判定値に基づいて後輪アクスル17の揺動を規制する制御を行うためのものである。

【0045】ROM38には、旋回時における車両の左右方向の安定性が高安定状態であるか、あるいは、低安定状態であるかを、積み荷の積載状態である積み荷の荷重Wに基づいて判定するための荷重判定値WAが記憶されている。又、ROM38には、左右方向の安定性が高安定状態であるか、あるいは、低安定状態であるかを、積み荷の荷重Wと合わせて判定するための第1揚高判定値HAが記憶されている。

【0046】この旋回時における車両の左右方向の安定性とは、車両の左右いずれかの方向への倒れ難さの度合いであり、旋回時の車速v及び旋回半径が同じであっても、車両重心の上下方向における位置に応じて変化する。従って、旋回時における車両の左右方向の安定性は、積み荷の積載状態、即ち、荷重W及び揚高位置Hにより変化する。

【0047】ここで、前記高安定状態とは、積み荷の荷重Wが荷重判定値WA以下であり、かつ、揚高位置Hが第1揚高位置HA以下である積載状態としている。又、低安定状態とは、荷重Wが荷重判定値WAを越えているか、あるいは、揚高位置Hが第1揚高位置HAを越えている積載状態としている。この荷重判定値WA及び揚高判定値HAは、理論計算及び実験にて決定されている。

【0048】図5は、積み荷の荷重W及び揚高位置Hにて決定される積載状態に対する旋回時の車両の左右方向の安定性に対してヨーレート変化率判定値YXを設定するためのマップである。図5に示すように、荷重Wが荷重判定値WA以下であり、かつ、揚高位置Hが第1揚高位置HA、例えば、2000mm以下である積載状態に対応する高安定状態 α に対して、車両が直進状態から定常旋回状態に移行するときに上昇するヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ に対する高安定時ヨーレート変化率判定値YAが設定されている。この高安定時ヨーレート変化率判定値YAは、積載状態に対する左右方向の安定性が高安定状態 α である車両の旋回時においては、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ がある程度まで上昇しても、後輪アクスル17の揺動に基づく車体2の傾動量が相対的に小さい段階では後輪アクスル17の揺動を規制せずに後輪アクスル17の揺動による走行性をできるだけ確保することができるよう相対的に大きな値、例えば、900×1

0^{-3} rad/sec^2 に設定されている。

【0049】又、図5に示すように、荷重Wが荷重判定値WAを越えているか、あるいは、揚高位置Hが第1揚高位置HAを越えている積載状態である低安定状態としての第1低安定状態βに対して、車両が直進状態から定常旋回状態に移行するときに上昇するヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ に対する低安定時ヨーレート変化率判定値YBが設定されている。この低安定時ヨーレート変化率判定値YBは、積載状態が第1低安定状態βである車両の旋回時において、ヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ がある程度まで上昇するのを待つことなく、後輪アクスル17の揺動に基づく車体2の傾動量が相対的に小さい段階で後輪アクスル17の揺動を規制して旋回中の車両の左右方向の安定性を高度に確保することができるよう相対的に小さい値、例えば、 $400 \times 10^{-3} \text{ rad/sec}^2$ に設定されている。各ヨーレート変化率判定値YA, YBは、実験により決定されている。

【0050】さらに、ROM38には、積み荷の積載状態に対する車両の左右方向の安定性が、前記第1低安定状態βよりもさらに低くなる第2低安定状態γであることを荷重判定値WAと合わせて判定するための第2揚高判定値HBが記憶されている。そして、図5に示すように、荷重Wが荷重判定値WAを越え、かつ、揚高位置Hが第2揚高位置HB以上である第2低安定状態γに対して、ヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ に対するヨーレート変化率判定値「0」が設定されている。このヨーレート変化率判定値「0」は、積載状態が第2低安定状態γである車両に対しては、車両が直進状態であっても後輪アクスル17の揺動に基づく車体2の傾動を規制して左右方向の安定性を確実に確保することができるよう設定されている。

【0051】図6は、車両が直進状態から定常旋回状態となった後に再び直進状態に戻ったときのヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ と横加速度gの変化状態を摸式的に示したグラフである。尚、このグラフは、車速vを一定としたときのものである。

【0052】図6に示すように、車両が直進状態から定常旋回状態に移行する段階では、ヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ が一次的に上昇するとともに横加速度gが一定値まで上昇する。そして、車両が定常旋回状態である間は、ヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ が0のままで横加速度gの値が一定のまとなる。同様に、車両が定常旋回状態から直進状態に移行するときには、ヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ が一時的に上昇するとともに横加速度gが下降する。

【0053】このグラフにおいて、高安定時ヨーレート変化率判定値YA及び低安定時ヨーレート変化率判定値YBは、車両が定常旋回状態に移行するときにヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ が0からピーク値まで上昇する間に設定されている。そして、低安定時ヨーレート変化率判

定値YBは、高安定時ヨーレート変化率判定値YAよりも小さい値に設定されている。従って、車両が第1低安定状態βの状態で旋回するときには、高安定状態αの状態で旋回するときよりも早い時点でのヨーレート変化率判定値YXに達するようになっている。このことにより、第1低安定状態βでの旋回時には、後輪アクスル17の揺動を早い時点で規制して後輪アクスル17の揺動による車体の最大傾動量をできるだけ小さくして左右方向の安定性を確実に防止するようしている。一方、高安定状態αでの旋回時には、後輪アクスル17の揺動を遅い時点まで規制しないようにして後輪アクスル17の揺動による走行性をできるだけ確保するようしている。

【0054】図7は、同じく車両が直進状態から定常旋回状態となった後に再び直進状態に戻ったときのヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ と横加速度gの変化状態を摸式的に示したグラフである。但し、このグラフは、車両が第1低安定状態βであることから低い車速vで走行するとともにハンドルが遅い回転速度で操舵されることにより、図6に示す旋回時と旋回半径は同じであるが、ヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ のピーク値及び横加速度gのピーク値が小さくなっている。

【0055】図7のグラフにおいて、車両が直進状態から定常旋回状態に移行するとき、ヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ のピーク値が小さくなりヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ が高安定時ヨーレート変化率判定値YAには達しなくとも、同高安定時ヨーレート変化率判定値YAよりも小さい値に設定された低安定時ヨーレート変化率判定値YBには確実に達するよう低安定時ヨーレート変化率判定値YBが設定されている。

【0056】又、ROM38には、旋回時における横加速度gに基づいて後輪アクスル17の揺動を規制するための横加速度判定値GAが記憶されている。この横加速度判定値GAは、車両の低安定状態での定常旋回時に、この横加速度判定値GAに対応する横加速度gを受けても左右方向の安定性を確保することができる値に設定されている。又、この横加速度判定値GAは、図6及び図7に示す旋回状態において、定常旋回移行時に上昇するヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ が高安定時ヨーレート変化率判定値YAあるいは低安定時ヨーレート変化率判定値YBを越えた後に再び同ヨーレート変化率判定値YA, YBまで下降する間で上昇する横加速度gの変化範囲内に設定されている。

【0057】又、ROM38には、積み荷の積載状態に対する車両の左右方向の安定性が高安定状態αであるか低安定状態βであるかに拘らず、車両が定常旋回状態から直進状態に移行するときに、それまで揺動が規制されていた後輪アクスル17の規制を解除しても車体2の傾動量が大きくならず車両の左右方向の安定性が低下しない状態であることをヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ に基づいて判定するための解除時ヨーレート変化率判定値Y

C、例えば、 $280 \times 10^{-3} \text{ rad/sec}^2$ が記憶されている。この解除時ヨーレート変化率判定値 Y C は、理論計算及び実験により決定されている。

【0058】CPU37は、制御プログラムに基づき、所定時間経過毎に揺動制御処理を繰り返し実行する。CPU37は、揺動制御処理として、圧力センサ12にて検出する荷重Wと、両揚高位置センサ10、11にて検出する揚高位置Hとから、積み荷の積載状態を判断する。CPU37は、荷重Wが荷重判定値WA以下であり、かつ、揚高位置Hが第1揚高位置HA以下である積載状態では、旋回時における車両の左右方向の安定性が相対的に高い高安定状態 α であると判断する。又、CPU37は、荷重Wが荷重判定値WAを越え、かつ、揚高位置Hが第2揚高位置HB以上である積載状態であるときには、車両の左右方向の安定性が第1低安定状態 β よりも低い第2低安定状態 γ であると判断する。そして、CPU37は、荷重Wが荷重判定値WAを越え、あるいは、揚高位置Hが第1揚高位置HAを越える積載状態において、荷重Wが荷重判定値WAを越え、かつ、揚高位置Hが第2揚高位置HB以上である積載状態を除いた積載状態であるときには、第1低安定状態 β であると判断する。

【0059】CPU37は、揺動制御処理として、車両が高安定状態 α であるときには、ヨーレート変化率判定値Y Xとして相対的に高い値である高安定時ヨーレート変化率判定値YAを設定して、車両が直進状態から定常旋回状態に移行するときに、後輪アクスル17の揺動が相対的に遅い時点で規制されるようにする。

【0060】一方、CPU37は、揺動制御処理として、車両の安定性が第1低安定状態 β であるときにはヨーレート変化率判定値Y Xとして低安定時ヨーレート変化率判定値Y Bを設定して、車両が直進状態から定常旋回状態に移行するときに、後輪アクスル17の揺動が相対的に早い時点で規制されるようにする。

【0061】又、CPU37は、車両の安定状態が第2低安定状態 γ であるときには、ヨーレート変化率判定値Y Xとして「0」を設定して、車両が直進状態であっても後輪アクスル17の揺動が規制されるようにする。

【0062】CPU37は、揺動制御処理として、旋回移行時に検出されるヨーレート ω から前回の揺動制御処理時に読み込んで保存していたヨーレート ω_f とからヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ を算出し、その変化率がヨーレート変化率判定値Y X以上であるときには揺動規制フラグFGLを「1」とする又、CPU37は、揺動制御処理として、検出されたヨーレート ω と車速 v とから横加速度 g を算出し、算出した横加速度 g が横加速度判定値GAを越えるときには揺動規制フラグFGLを「1」とする。このことにより、車両が直進状態から定常旋回状態に移行するときに、ピーク値まで上昇したヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が下降してヨーレート変化率判定値

Y Xを下回った状態においても後輪アクスル17の揺動規制状態が解除されないようにする。

【0063】一方、CPU37は、揺動制御処理として、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ がヨーレート変化率判定値Y X未満であって、かつ、横加速度 g が横加速度判定値GA未満であるときには、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が解除時ヨーレート変化率判定値Y C以下であるか否かを判断する。CPU37は、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が解除時ヨーレート変化率判定値Y C以下であったときには、旋回時におけるヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ がヨーレート変化率判定値YA、Y Bに達せず後輪アクスル17の揺動が規制されないで旋回が行われたか、あるいは、定常旋回状態から直進状態に移行する過程においてそれまで揺動が規制されていた後輪アクスル17の揺動規制を解除しても車体2が大きく傾動せず車両の左右方向の安定性が確保される状態となったと判断して揺動規制フラグFGLを「0」とする。

【0064】CPU37は、揺動制御処理として、揺動規制フラグFGLの値に基づき、励磁回路36を制御して電磁ソレノイド27を励磁あるいは励磁解除して油圧シリンダ21の伸縮動作を許容あるいは規制する。

【0065】次に、以上のように構成された産業車両における車軸揺動制御装置の作用を図8及び図9に示す揺動制御処理のフローチャートに従って説明する。揺動制御処理において、先ずCPU37は、S10で、車速 v 、ヨーレート ω 、荷重W及び揚高位置Hの各検出値を読み込む。

【0066】次いで、CPU37は、S11で、検出された荷重Wが荷重判定値WA以下であるか否かを判断する。CPU37は、S11で荷重Wが荷重判定値WA以下であったときには、S12で、揚高位置Hが第1揚高位置HA以下であるか否かを判断する。CPU37は、S12で、揚高位置Hが第1揚高位置HA以下であったときには、S13でヨーレート変化率判定値Y XとしてYAを設定する。従って、積み荷の積載状態に対する旋回時の車両の左右方向の安定性が高安定状態 α であるときには、ヨーレート変化率判定値Y Xとしてヨーレート変化率判定値YAが設定される。

【0067】一方、CPU37は、S12で、揚高位置Hが第1揚高位置HAを越えるときには、S14で、ヨーレート変化率判定値Y Xとしてヨーレート変化率判定値Y Bを設定する。又、CPU37は、S11で、荷重Wが荷重判定値WAを越えたときには、S15で、揚高位置Hが第2揚高位置HB以上であるか否かを判断する。CPU37は、S15で、揚高位置Hが第2揚高位置HB未満であったときにはS14を実行する。従って、積み荷の積載状態に対する旋回時の車両の左右方向の安定性が第1低安定状態 β であるときには、ヨーレート変化率判定値としてヨーレート変化率判定値Y Bが設定される。

【0068】一方、CPU37は、S15で、揚高位置Hが第2揚高位置HB以上であったときには、S16で、ヨーレート変化率判定値YXとして「0」を設定する。従って、積み荷の積載状態に対する旋回時の車両の左右方向の安定性が第2低安定状態 γ であるときには、ヨーレート変化率判定値としてヨーレート変化率判定値「0」が設定される。

【0069】次に、CPU37は、S17で、前回の揺動制御処理で保存したヨーレート ω_f と今回新たに読み込んだヨーレート ω から、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ を算出する。そして、CPU37は、S18で、この算出したヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ がそれまでに設定したヨーレート変化率判定値YX以上であるか否かを判断する。CPU37は、S18で、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ がヨーレート変化率判定値YX以上であったときには、S19で揺動規制フラグFGLを「1」とする。

【0070】一方、CPU37は、S18で、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ がヨーレート変化率判定値YX未満であったときには、S20で、ヨーレート ω と車速vとから横加速度gを算出する。そして、CPU37は、S21で、算出した横加速度gが横加速度判定値GA以上であるか否かを判断する。CPU37は、S21で、横加速度gが横加速度判定値GA未満であったときには、S22で、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が解除時ヨーレート変化率判定値YC以下であるか否かを判断する。一方、CPU37は、S21で、横加速度gが横加速度判定値GA以上であったときには、S19を実行する。

【0071】CPU37は、S22で、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が解除時ヨーレート変化率判定値YCを超えるときには、S19を実行する。CPU37は、S22で、ヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が解除時ヨーレート変化率判定値YC以下であったときには、S23で揺動規制フラグFGLを「0」とする。

【0072】CPU37は、S19で揺動規制フラグFGLを「1」とした後、あるいは、S23で揺動規制フラグFGLを「0」とした後は、S24を実行する。CPU37は、S24で、揺動規制フラグFGLが「0」であるときには励磁回路36を制御して電磁ソレノイド27に励磁電流IDが供給されるようにし、反対に、揺動規制フラグFGLが「1」であるときには励磁回路36を制御して電磁ソレノイド27に励磁電流IDが供給されないようにする。

【0073】従って、車速v及び旋回半径がほぼ同一である場合、車両の積載状態に対する旋回時の左右方向の安定性が高安定状態 α であるときには、車両が直進状態から定常旋回状態に移行するときの相対的に遅い時点での後輪アクスル17の揺動が規制され、その時点までには後輪アクスル17の揺動が許容される。一方、車両の安定性が高安定状態 α よりも低い第1低安定状態 β である

ときには、車両が旋回時の相対的に早い時点で後輪アクスル17の揺動が規制され、旋回時の車体2の傾動量が小さく抑えられる。

【0074】さらに、車両の安定性が第1低安定状態 β よりも低い第2安定状態 γ であるときには、車両が直進状態であっても後輪アクスル17の揺動が規制され、車体2の傾動が規制される。

【0075】又、車両が第1低安定状態 β での旋回時に、低い車速vで走行するとともにハンドルが相対的に遅い速度で操舵され、旋回半径が小さくなつてヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ のピーク値が小さくなつても、高安定状態 α での旋回時において左右方向の安定性が低下しない領域における後輪アクスル17の揺動規制を招くことなくヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ に基づいて旋回中の後輪アクスル17の揺動が規制される。

【0076】又、車両が定常旋回状態から直進状態に移行するときには、車両の安定性が高安定状態 α であるか低安定状態 β 、 γ であるかに拘らず、定常旋回中に揺動が規制されていた後輪アクスル17の揺動を解除しても車体2が傾動せず左右方向の安定性が低下しない状態で揺動が解除される。

【0077】以上詳述したように、本実施の形態の産業車両における車輪揺動制御装置によれば、以下の効果を得ることができる。

(a) 積み荷の積載状態に対する車両の旋回時における左右方向の安定性が相対的に低い低安定状態(第1低安定状態 β)での旋回時には、同安定性が同低安定状態よりも高い高安定状態(高安定状態 α)での旋回時よりも低い値に設定されたヨーレート変化率判定値YBに基づいてヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ が判定され、車輪(後輪アクスル17)の揺動が規制される。

【0078】従って、各安定状態 α 、 β における車速及び旋回半径が等しい場合には、低安定状態での旋回時には高安定状態での旋回時よりも相対的に早い時点で車輪の揺動が規制される。その結果、車両が高安定状態であるときには車体2の最大傾動量が十分に小さく車両の安定性が高い状態での不要な揺動規制を防止して車輪の揺動による走行性をできるだけ確保することができ、車両が低安定状態であるときには車体の最大傾動量が十分に小さい状態で車輪の揺動を規制して左右方向の安定性の低下を確実に防止することができる。

【0079】(b) 低安定状態(第1低安定状態 β)での旋回時におけるヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ のピーク値が高安定状態(高安定状態 α)での旋回時におけるピーク値よりも小さくなつた場合であつても、高安定状態での旋回時において左右方向の安定性が低下しない領域における車輪の不要な揺動規制を招くことなくヨーレート変化率 $\Delta\omega/\Delta t$ に基づいて車輪の揺動を規制することができる。

【0080】その結果、積み荷の積載状態に対する旋回

時における車両の安定性に拘らず、ヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ に基づいて車軸の揺動を確実に規制して、旋回時における左右方向の安定性の低下を防止することができる。

【0081】(c) 車両の旋回時における左右方向の安定性に対応する積載状態が、積み荷の荷重W及び揚高位置Hに基づいて判定される。その結果、積み荷の積載状態に対する旋回時の車両の安定性を容易に判定することができる。

【0082】(d) 車両の旋回時の左右方向の安定性に対応する積み荷の積載状態が、積み荷の荷重Wを検出する荷重検出手段、あるいは、積み荷の揚高位置Hを検出する揚高検出手段にて検出される。その結果、積み荷の積載状態に対する旋回時の車両の安定性を簡便に検出することができる。

【0083】(e) 揺動規制制御手段及び安定状態判定手段がコンピュータ(マイクロコンピュータ33)にて構成される。従って、揺動規制制御手段及び安定状態判定手段をコンピュータプログラムにて構成することができるため、ヨーレート変化率判定値等の制御内容の変更を容易に行うことができる。その結果、異なる車種間で同一のコンピュータを使用する場合に、車種毎に異なるヨーレート判定値を容易に設定することができる。

【0084】(f) 旋回時のヨーレート ω がヨーレートセンサ9にて直接検出される。従って、ヨーレート ω を車速v及び操舵角から算出する必要がないため、プログラムを簡素化することができる。

【0085】(g) フォークリフト1の後輪アクスル17の揺動が、上記(a)～(f)の記載の作用をなす車軸揺動制御装置にて規制される。従って、フォークリフト1の後輪アクスル17の揺動をヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ に基づいて規制する車軸揺動制御装置において、上記(a)～(f)に記載の各効果を得ることができる。

【0086】尚、実施の形態は上記実施の形態に限らず、以下のように変更してもよい。

○ 上記実施の形態では、積み荷の積載状態に対する旋回時における車両の左右方向の安定性を、相対的に高い高安定状態 α と、同高安定状態 α よりも低い第1低安定状態 β との2つに区分し、各安定状態に対してヨーレート判定値YXを設定した。これを、車両の安定状態を3つ以上に区分し、安定状態が高い方から低い方に順に段階的に低い値のヨーレート判定値YXを設定するようにしてもよい。この場合には、積み荷の積載状態に対する旋回時における車両の左右方向の安定性に応じて、車両の安定性が低下していない状態において車軸の揺動が規制されないようにして走行性をより十分に確保することができるとともに車両の安定性の低下をより確実に防止することができる。

【0087】○ 積み荷の積載状態を連続的に変化する

量として検出するとともに、この量に対して連続的に変化するようにヨーレート変化率判定値を対応させたマップを用いて、ヨーレート変化率 $\Delta \omega / \Delta t$ に基づく車軸の揺動規制を行ってもよい。例えば、積み荷の荷重及び揚高位置を連続的に検出し、マップから求めたこの2つの要因に対応するヨーレート変化率判定値に基づいて車軸の揺動を規制する。この場合には、積み荷の積載状態に対する車両の安定性の変化に応じて、車両の安定性が低下していない状態での走行性をより高度に確保することができるとともに安定性の低下をより高度に防止することができる。

【0088】○ 積み荷の積載状態を、積み荷の荷重Wあるいは揚高位置Hのいずれか一方だけに基づいて判定するようにしてもよい。この場合には、安定状態判定手段及び安定状態制御手段の各構成を簡素化することができる。

【0089】○ 積み荷の積載状態を、積み荷の荷重W及び揚高位置Hに加えて、マスト傾斜角に基づいて判定するようにしてもよい。即ち、後輪アクスル17が揺動するフォークリフトでは、マストが前傾した状態の方がマストが後傾した状態よりも車両の左右方向の安定性が高くなる。従って、荷重W及び揚高位置Hに基づいて判定した車両の安定性を、マスト角が前傾するほどより安定状態が高い安定状態として補正した安定状態に基づいてヨーレート変化率判定値を設定することにより、走行性と安定性をより高度に両立させることができる。

【0090】○ ヨーレートセンサ9にて直接ヨーレート ω を検出する代わりに、ポテンショメータ等にて操舵角を検出してこの操舵角から旋回半径を算出し、この旋回半径と車速センサ16にて検出する車速vとからヨーレート ω を算出するようにしてもよい。

【0091】○ 揺動規制制御手段(マイクロコンピュータ33)及び安定状態判定手段(マイクロコンピュータ33)をロジック回路で構成してもよい。この場合には、揺動制御ユニット32の構成を簡素化することができる。

【0092】○ フォークリフト1は、積載物を運搬するフォーク5aを備えた物に限らず、その他例えば、ヒンジドフォーク、クランプ、ラム等の各種アタッチメントを備えたフォークリフトであってもよい。

【0093】○ フォークリフト1に限らず、車体に対して車軸が揺動可能に支持されるとともに積載状態により旋回時の左右方向の安定性が変化するその他の産業車両、例えば、ショベルローダ等に設けられた車軸揺動制御装置に実施してもよい。

【0094】以下、特許請求の範囲に記載された技術的思想の外に前述した各実施の形態から把握される技術的思想をその効果とともに記載する。

(1) 請求項3に記載の産業車両における車軸揺動制御装置において、車両が直進状態から定常旋回状態に移

行し、ヨーレート変化率が前記ヨーレート変化率判定値に基づいて前記車軸の揺動を規制する値でなくなるときには、横加速度に対して設定した横加速度判定値に基づいて前記定常旋回状態における車軸の揺動を規制する。

【0095】このような構成によれば、旋回時の横加速度により車両の左右方向の安定性の低下を一層確実に防止することができる。

(2) 請求項1に記載の産業車両における車軸揺動制御方法において、前記高安定状態及び低安定状態は、前記積み荷の荷重、揚高位置及びマスト角に基づく積載状態から判定される。

【0096】このような構成によれば、積み荷の積載状態に対する車両重心の上下方向における位置に加えて車両前後方向における位置から、旋回時における車両の左右方向の安定性を高い精度で検出することができるため、安定性が低下していない状態では車軸の揺動が確実に規制されないようにして走行性を確実に得ることができるとともに安定性が低下する状態では車軸の揺動を確実に規制して安定性の低下を確実に防止することができる。

【0097】(3) 請求項1に記載の産業車両における車軸揺動規制方法において、前記積み荷の積載状態を連続的に変化する量として検出し、この量に対して連続的に変化するようにヨーレート変化率判定値を設定した。このような構成によれば、積み荷の積載状態に対する旋回における車両の左右方向の安定性の変化に応じて、安定性が低下していない状態で車軸の揺動が不要に規制されないようにして走行性と安定性をさらに一層高度に両立させることができる。

【0098】(4) 請求項1に記載の産業車両における車軸揺動規制方法において、前記積載状態は、積み荷の荷重、あるいは、揚高位置のいずれか一方だけに基づいて判定するようにした。このような構成によれば、積み荷の積載状態を容易に検出することができる。

【0099】(5) 請求項3～請求項5のいずれか一項に記載の産業車両における車軸揺動制御装置において、前記ヨーレート変化率検出手段は、車速を検出する車速センサと、操舵輪の操舵角を検出する操舵角検出センサと、前記操舵角から旋回半径を求めるとともに前記車速と旋回半径とからヨーレートを求めるヨーレート算出手段を備えた。このような構成によってもヨーレートを得ることができる。

【0100】(6) 請求項4又は請求項5に記載の産業車両における車軸揺動制御装置において、前記揺動規制手段及び安定状態判定手段は、ロジック回路にて構成された。このような構成によれば、制御ユニットの構成を簡素化することができる。

【0101】尚、この明細書において、発明の構成に係る手段及び部材は、以下のように定義されるものとする。

(1) 産業車両とは、車体に対して車輪がロール面内で揺動可能に支持されるとともに旋回時等には揺動を一時的に規制する構造を備えるとともに、運搬物の積載状態により、旋回時における車両の左右方向の安定性が変化するものであればよく、後輪アクスルが揺動可能とされ積み荷の積載状態により左右方向の安定性が変化する各種フォークリフトや、運搬物の積載状態により左右方向の安定性が変化するショベルローダ等の車両を含むものとする。

10 【0102】(2) 運搬物の積載状態とは、旋回時における車両の左右方向の安定性を変化させるものであって検出することができるものであればよく、フォークリフトにおける積み荷の荷重、積み荷の揚高位置、マスト角等や、ショベルローダにおける運搬物の荷重、揚高位置等を含むものとする。

【0103】

【発明の効果】請求項1～請求項7に記載の発明によれば、積載状態に対する旋回時における車両の左右方向の安定性に応じて車軸の揺動を適正に規制して、車両の安定性が低下していない状態で車軸の揺動が不要に規制されないようにして車軸の揺動による走行性をできるだけ確保することができるとともに安定性の低下を確実に防止することができる。

20 【0104】請求項2及び請求項5に記載の発明によれば、積載状態に対する旋回時における車両の左右方向の安定性を容易に判定することができる。請求項6に記載の発明によれば、ヨーレート変化率判定値等の制御内容の変更を容易に行うことができる。

30 【0105】請求項7に記載の発明によれば、プログラムを簡素化することができる。請求項8に記載の発明によれば、フォークリフトの後輪車軸の揺動をヨーレート変化率に基づいて規制する車軸揺動制御装置において、請求項3～請求項7のいずれか一項に記載の発明の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 車軸揺動制御装置の模式構成図。

【図2】 フォークリフトの側面図。

【図3】 車体及び後輪アクスルを概略背面図。

【図4】 車軸揺動制御装置の電気ブロック図。

40 【図5】 積載状態とヨーレート変化率判定値との関係を示すマップ。

【図6】 旋回時のヨーレート変化率と横加速度の変化状態を示すグラフ。

【図7】 旋回時のヨーレート変化率と横加速度の変化状態を示すグラフ。

【図8】 揺動制御処理のフローチャート。

【図9】 揺動制御処理のフローチャート。

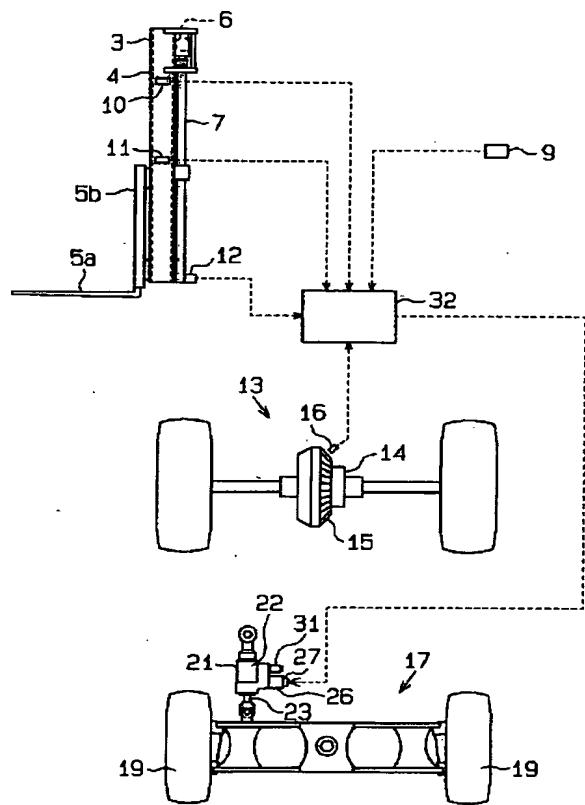
【図10】 従来例の旋回時のヨーレート変化率と横加速度のグラフ。

【符号の説明】

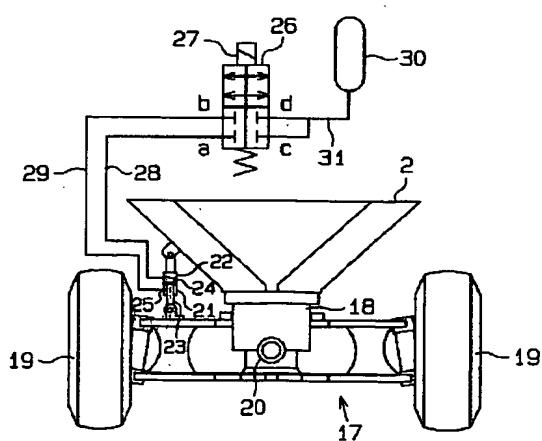
1…フォークリフト、2…車体、9…ヨーレート変化率検出手段を構成するヨーレートセンサ、10…積載状態検出手段を構成する揚高位置検出手段としての第1揚高位置センサ、11…同じく第2揚高位置センサ、12…積載状態検出手段を構成する荷重検出手段としての圧力センサ、17…車軸としての後輪アクスル、21…揺動規制手段を構成する油圧シリンダ、27…同じく電磁ソ

レノイド、30…同じく蓄圧器、33…ヨーレート変化率検出手段を構成する揺動規制御手段及び安定状態判定手段としてのマイクロコンピュータ、H…揚高範囲、Y A…高安定時ヨーレート変化率判定値、Y B…低安定時ヨーレート変化率判定値、W…荷重、 α …高安定状態、 β …低安定状態としての第1低安定状態。

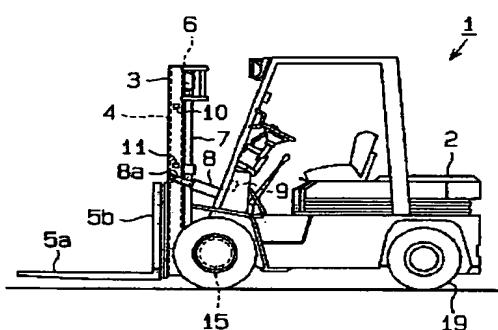
【図1】



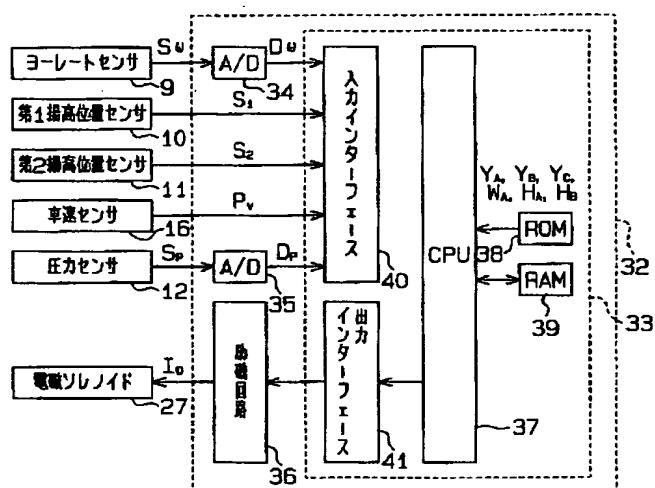
【図3】



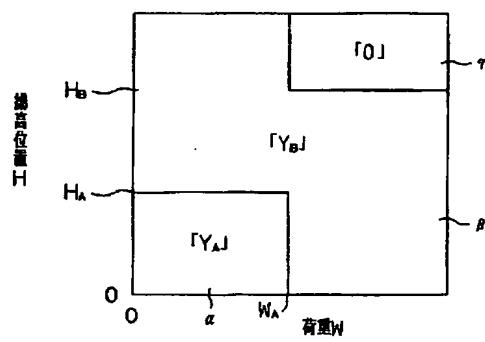
【図2】



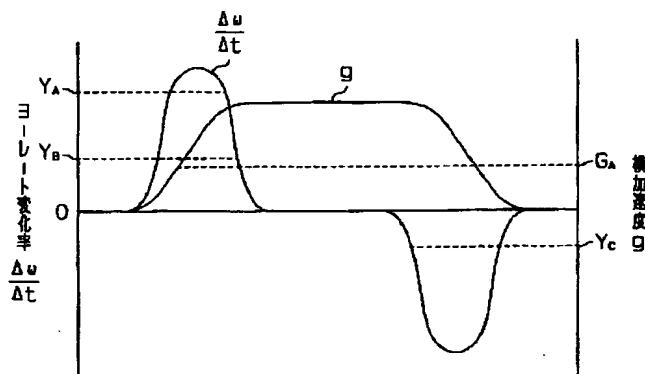
【図4】



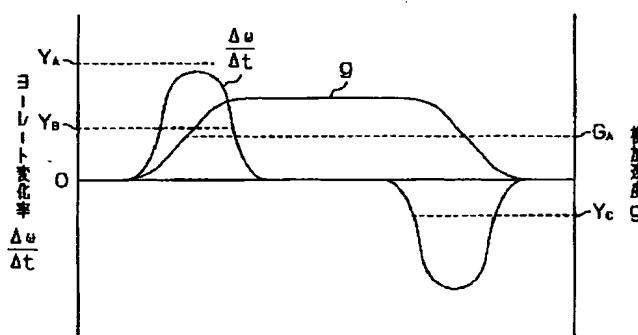
【図5】



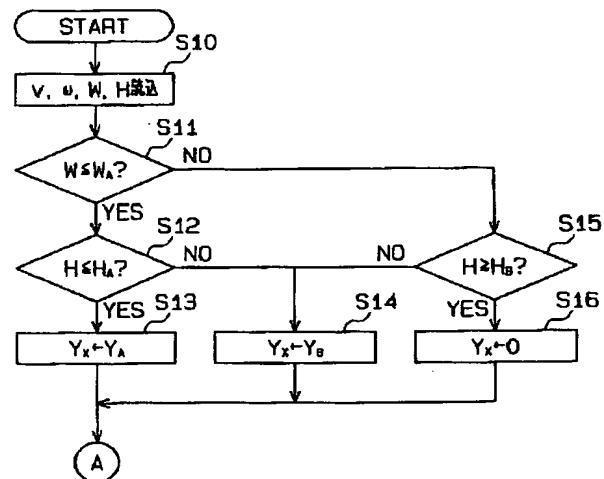
【図6】



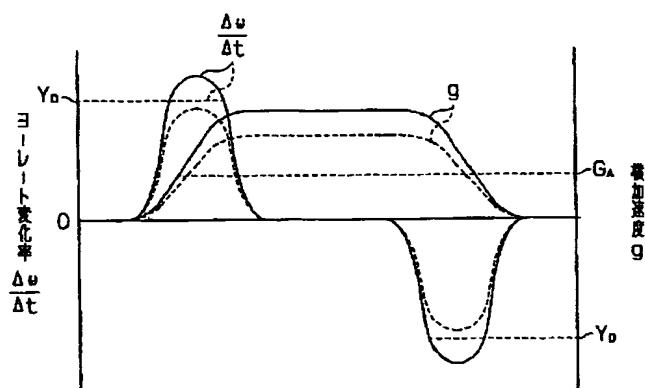
【図7】



【図8】



【図10】



【図9】

